

BEST AVAILABLE COPY

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-226071

(43)Date of publication of application : 25.08.1998

(51)Int.Cl.

B41J 2/045

B41J 2/055

B41J 2/16

(21)Application number : 09-083245

(71)Applicant : SEIKO EPSON CORP

(22)Date of filing : 17.03.1997

(72)Inventor : HASHIZUME TSUTOMU
MATSUZAWA AKIRA
TAKAHASHI TETSUJI

(30)Priority

Priority number : 08344568

Priority date : 09.12.1996

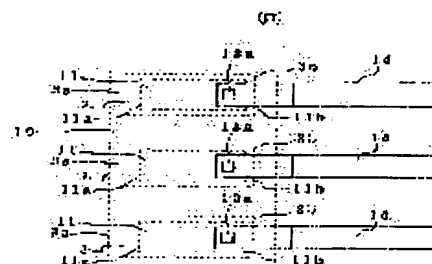
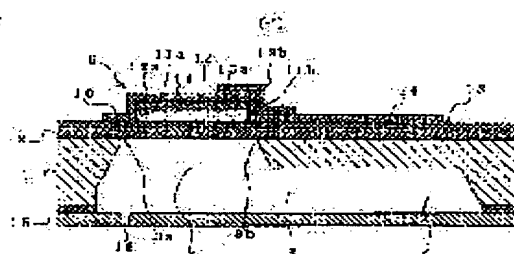
Priority country : JP

(54) INK-JET TYPE RECORDING HEAD

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To prevent concentration of a stress of a vibrating plate in the vicinity of a boundary of a pressure generation chamber, prevent generation of a leak current between an upper and a lower electrodes via a piezoelectric layer, and prevent deterioration of the piezoelectric layer resulting from absorbed moisture.

SOLUTION: A piezoelectric layer 11 and an upper electrode 12 are formed inside an area facing a pressure generation chamber 3. The upper electrode 12 is covered with an electric insulating layer 13, and connected via a window 13a of the electric insulating layer 13 formed at an area facing the upper electrode 12 to a conductive pattern 14 supplying a driving signal. A concentration of a stress because of a sudden shift at boundary parts 3a, 3b of the pressure generation chamber 3 is prevented, and the electric insulating layer 13 ensures insulation of the upper and lower electrodes 12 and 10 and shielding to the air.

**LEGAL STATUS**

[Date of request for examination]

03.06.2002

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

24.12.2003

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

3552013

[Date of registration] 14.05.2004
[Number of appeal against examiner's decision of rejection] 2004-01589
[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection] 23.01.2004
[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

*** NOTICES ***

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] On the front face of the bottom electrode formed in the front face of the elastic plate which constitutes the pressure generating room which is open for free passage to a nozzle orifice, the piezo electric crystal layer formed in the front face of the bottom electrode of this, and said piezo electric crystal layer And it sets to the ink jet type recording head equipped with the piezoelectric transducer which consists of an electrode after being formed in the field which counters said pressure generating room. The ink jet type recording head in which the insulator layer to which said top electrode counters said pressure generating room, and which covers the side face of said piezo electric crystal layer from the periphery section so that it may be independently formed for every field and may leave the aperture of the top face of said top electrode which makes a connection with an electric conduction pattern at least is formed.

[Claim 2] The ink jet type recording head according to claim 1 which said electric conduction pattern is formed in the location which counters the septum of said pressure generating room, and connects to said top electrode through an aperture by two or more places.

[Claim 3] The ink jet type recording head according to claim 1 expanded to extent from which said aperture does not prevent the variation rate of the oscillating field of said piezo electric crystal layer to the periphery of said piezo electric crystal layer.

[Claim 4] The ink jet type recording head according to claim 1 in which said electric insulator layer is formed with organic materials, such as silicon oxide, silicon nitride, or polyimide.

[Claim 5] The ink jet type recording head according to claim 1 currently formed of the etching protective coat which said insulator layer uses at an etching process.

[Claim 6] On the front face of the bottom electrode formed in the front face of the elastic plate which constitutes the pressure generating room which is open for free passage to a nozzle orifice, the piezo electric crystal layer formed in the front face of the bottom electrode of this, and said piezo electric crystal layer And it sets to the ink jet type recording head equipped with the piezoelectric transducer which consists of an electrode after being formed in the field which counters said pressure generating room. The ink jet type recording head in which the insulator layer with which said piezo electric crystal layer and a top electrode cover the side face of said piezo electric crystal layer from the periphery section so that it may be formed inside the field which counters said pressure generating room and may leave the aperture of the top face of said top electrode which makes a connection with an electric conduction pattern at least is formed.

[Claim 7] The ink jet type recording head according to claim 6 which said electric conduction pattern is formed in the location which counters the septum of said pressure generating room, and connects to said top electrode through an aperture by two or more places.

[Claim 8] The ink jet type recording head according to claim 6 expanded to extent from which said aperture does not prevent the variation rate of the oscillating field of said piezo electric crystal layer to the periphery of said piezo electric crystal layer.

[Claim 9] The ink jet type recording head according to claim 6 in which said electric insulator layer is formed with organic materials, such as silicon oxide, silicon nitride, or polyimide.

[Claim 10] The ink jet type recording head according to claim 6 currently formed of the etching protective coat which said insulator layer uses at an etching process.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[The field of the technique in which invention belongs] This invention constitutes a part of nozzle orifice which carries out the regurgitation of the ink droplet, and pressure generating room open for free passage from an elastic plate, forms a piezo electric crystal layer in the front face of this elastic plate, and relates to the ink jet type recording head which makes an ink droplet breathe out with the variation rate of a piezo electric crystal layer.

[0002]

[Description of the Prior Art] A part of nozzle orifice which carries out the regurgitation of the ink droplet, and pressure generating room open for free passage are constituted from an elastic plate, and two kinds are put in practical use by the ink jet type recording head which makes this elastic plate transform with a piezoelectric transducer, and the ink of a pressure generating room is pressurized [recording head], and makes an ink droplet breathe out from a nozzle orifice although what used the piezoelectric transducer in the longitudinal-oscillation mode elongated and contracted, and the piezoelectric transducer in flexurally oscillating mode were used for the shaft orientations of a piezoelectric transducer.

[0003] The former can change the volume of a pressure generating room by making the end face of a piezoelectric transducer contact an elastic plate. The difficult process of making a piezo-electric elastic plate in agreement with the array pitch of a nozzle orifice, and kicking it by OFF in the shape of a ctenidium while the fabrication of the head suitable for high density printing is possible, The activity which positions the piezo-electric oscillating object which was able to be carved in a pressure generating room, and is fixed is needed, and there is a problem that a production process is complicated.

[0004] On the other hand, the green sheet of piezoelectric material is stuck according to the configuration of a pressure generating room, the area about ** is needed for an elastic plate at the comparatively easy process of calcinating this, on the relation using flexural oscillation of what can fix a piezo-electric oscillating object, and the latter has the problem that a high density array is difficult.

[0005] It continues on the surface of [whole] an elastic plate, you form a uniform piezoelectric-material layer with a membrane formation technique, and what formed the piezoelectric transducer so that it might become independent for every OFF division **** pressure generating room in the configuration corresponding to a pressure generating room by the lithography method about this piezoelectric-material layer is making it propose that the inconvenience of the latter recording head should be canceled, so that JP,5-286131,A may see. There is an advantage it not only can fix a piezoelectric transducer by the simple technique of the lithography method precisely, but that the activity which sticks a piezoelectric transducer on an elastic plate becomes unnecessary according to this, and can make thickness of a piezoelectric transducer thin and high-speed actuation is attained.

[0006]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] On the other hand, since the piezoelectric-material layer is very thin, as compared with what stuck the piezoelectric transducer, rigidity is low, it is

easy to concentrate stress near the boundary of a pressure generating room, and there is inconvenience, such as an elastic plate, a piezoelectric transducer, and causing lowering of the life of an electrode further. Moreover, as compared with the piezoelectric transducer with which the piezoelectric constant stuck, calcinated and formed the green sheet, it is as low as $1/3$ thru/or about $1/2$, and actuation by high tension is needed. A top electrode and a bottom electrode carry out creeping discharge through the side face of a piezoelectric-material layer, and it is easy to produce leakage current between a top electrode and a bottom electrode. The problem that the regurgitation of an ink droplet becomes instability, and the area of the side face exposed to atmospheric air when it dissociates and a piezoelectric transducer is divided so that it may correspond to each pressure generating room become large, and there is a problem that a piezoelectric transducer tends to deteriorate with the moisture in atmospheric air.

[0007] The place which this invention is made in view of such a problem, and is made into the 1st object is offering the ink jet type recording head which can reduce the stress concentration near the boundary of a pressure generating room, and can prevent breakage of a top electrode.

[0008] The 2nd object of this invention is offering the ink jet type recording head which generating of the vertical inter-electrode leakage current an inter-electrode piezoelectric-material layer's is pinched can be prevented, and stability's can be made to be able to breathe out an ink droplet, and can prevent degradation of a piezoelectric transducer while it reduces the stress concentration near the boundary of a pressure generating room and prevents breakage of a top electrode.

[0009]

[Means for Solving the Problem] In order to attain the 1st technical problem, it sets to this invention. On the front face of the bottom electrode formed in the front face of the elastic plate which constitutes the pressure generating room which is open for free passage to a nozzle orifice, the piezo electric crystal layer formed in the front face of the bottom electrode of this, and said piezo electric crystal layer And it sets to the ink jet type recording head equipped with the piezoelectric transducer which consists of an electrode after being formed in the field which counters said pressure generating room. Said top electrode formed the insulator layer which counters said pressure generating room and which covers the side face of said piezo electric crystal layer from the periphery section so that it may be independently formed for every field and may leave the aperture of the top face of said top electrode which makes a connection with an electric conduction pattern at least. Since a top electrode is located inside a pressure generating room by this, the rapid variation rate in the boundary section of a pressure generating room cannot be received, and destruction can be prevented.

[0010] In order to attain the 2nd technical problem, it sets to this invention. On the front face of the bottom electrode formed in the front face of the elastic plate which constitutes the pressure generating room which is open for free passage to a nozzle orifice, the piezo electric crystal layer formed in the front face of the bottom electrode of this, and said piezo electric crystal layer And it sets to the ink jet type recording head equipped with the piezoelectric transducer which consists of an electrode after being formed in the field which counters said pressure generating room. Said piezo electric crystal layer and the top electrode formed the insulator layer which covers the side face of said piezo electric crystal layer from the periphery section so that it may be formed inside the field which counters said pressure generating room and may leave the aperture of the top face of said top electrode which makes a connection with an electric conduction pattern at least. Thereby, the stress concentration by the rapid variation rate in the boundary section of a pressure generating room is prevented, and the insulation with a top electrode and a bottom electrode and cutoff nature with atmospheric air are secured by the electric insulator layer.

[0011]

[Embodiment of the Invention] Then, based on the example illustrating the detail of this invention, it explains below. Drawing 1 is the assembly perspective view showing one example of this invention, and drawing 2 is drawing showing the cross-section structure in the longitudinal direction of one pressure generating room. The sign 1 in drawing Carry out anisotropic etching of the silicon single crystal substrate, and the pressure generating room 3 and a reservoir 4 are

formed so that the elastic plate 2 which one field turns into an effective area, and the field of another side becomes from silicon oxide with a passage formation substrate may be formed. The ink feed hopper 5 which consists of a crevice which makes these pressure generating room 3 and a reservoir 4 open for free passage with a fixed flow resistance furthermore is formed, and it is constituted.

[0012] The piezoelectric transducer 6 which the field which counters each pressure generating room 3 of an elastic plate 2 was made to become independent every pressure generating room 3, and was fixed in it by the film formation approach prepares, and it is *****.

[0013] A piezoelectric transducer 6 carries out the laminating of the electrode 12 after being formed in the front face of the piezo electric crystal layer 11 narrowly formed a little rather than the width of face of each pressure generating room 3, and the piezo electric crystal layer 11, without protruding the field which the bottom electrode 10 formed so that the field of the pressure generating room 3 and the ink feed hopper 5 might be mostly covered on the front face of an elastic plate 2, and the elastic plate 2 of the pressure generating room 3 have exposed, respectively, and is constituted.

[0014] the piezo electric crystal layer 11 and the top electrode 12 are formed so that the sides 11a and 12a by the side of a nozzle orifice and the sides 11b and 12b by the side of an ink feed hopper may be located inside the boundaries 3a and 3b of the longitudinal direction of the pressure generating room 3, as shown in drawing 2 (b) and (b) -- having -- moreover, the cross direction -- it is formed so that it may be desirably located inside the septum of a pressure generating room.

[0015] Preferably, rigidity is low and the thin insulator layer 13 which consists of formation on the top face of the top electrode 12 according [have electric insulation so that a periphery and the side face of the piezo electric crystal layer 11 may be covered at least, and] to a film formation method and the ingredient in which plastic surgery according to etching again is possible, for example, silicon oxide, silicon nitride, an organic material, and photosensitive polyimide excellent in electric insulation is formed.

[0016] The electric conduction pattern 14 with which aperture 13a to which some top electrodes 12 are exposed is formed in order to connect with the electric conduction pattern 14 mentioned later at some insulator layer 13 top electrodes 12, an end connects with the top electrode 12 through this aperture 13a, and the other end is prolonged in a connection terminal area is formed. The electric conduction pattern 14 is formed so that it may become narrow width of face as much as possible to extent which can supply a driving signal to the top electrode 12 certainly.

[0017] 15 is a nozzle plate, a nozzle orifice 16 is drilled and it is constituted so that it may be open for free passage by the end side of the pressure generating room 3, and it is being fixed so that opening of the passage formation substrate 1 may be closed. In addition, 18 shows a head case for the flexible cable with which the sign 17 in drawing supplies a driving signal to a piezoelectric transducer 6 again.

[0018] In this example, if a driving signal is supplied to a piezoelectric transducer 6 through the flexible cable 17 from an external actuation circuit, it will be impressed by the top electrode 12 through the electric conduction pattern 14, a piezoelectric transducer 6 will oscillate flexurally, and the volume of the pressure generating room 3 will be decreased.

[0019] A part carries out the regurgitation of the ink of the pressure generating room 3 pressurized by volume change of the pressure generating room 3 as an ink droplet from a nozzle orifice 16. If the regurgitation of an ink droplet is completed and a piezoelectric transducer 6 returns to the original condition, the volume of the pressure generating room 3 will increase and the ink of a reservoir 4 will flow into the pressure generating room 3 through the ink feed hopper 5.

[0020] By the way, since the ends 11a and 11b are formed in the size located inside the boundaries 3a and 3b of the pressure generating room 3 and neither the piezo electric crystal layer 11 nor the top electrode 12 exists in boundary 3b, being influenced of rapid displacement inclination of the piezo electric crystal layer 11 which constitutes each piezoelectric transducer 6 is lost, and destroying it according to mechanical fatigue becomes that there is nothing.

[0021] On the other hand, as shown in drawing 8, piezo electric crystal layer 11' is extended even near the edge of a recording head. In the recording head of the format which makes piezo electric crystal layer 11' the insulating layer of the bottom electrode 10 and top electrode 12', and uses the extension of top electrode 12' as a cash-drawer electrode Piezo electric crystal layer 11' will be located in edge 3b of the pressure generating room 3, rapid displacement inclination arises in the field which counters boundary 3b, and there is inconvenience that a piezoelectric transducer 6 is easy to be destroyed.

[0022] Moreover, since the electric conduction pattern 14 linked to the top electrode 12 is formed in the front face of the insulator layer 13, a gap with the bottom electrode 10 is large, the insulation resistance between the bottom electrodes 10 is secured, and creeping discharge is prevented, and electrostatic capacity and piezo electric crystal loss become very small, and it can suppress lowering and generation of heat of a speed of response.

[0023] Furthermore, by the electrode 12 when consisting a top face of metaled precise film, and the insulator layer 13, since the piezo electric crystal layer 11 from which a piezoelectric constant etc. tends to change with moisture absorption is intercepted by the insulator layer 13 with atmospheric air in the side face again, it cannot continue and absorb moisture at a long period of time, and can maintain an early property.

[0024] In addition, although he is trying to connect the electric conduction pattern 14 only by the end of the top electrode 12 in an above-mentioned example The electric conduction pattern 14 is formed so that it may extend in parallel at the flank of the top electrode 12, as shown in drawing 3 (b) and (b). If Apertures 13a, 13b, and 13c are formed in two or more parts of the insulator layer 13 which counters the top electrode 12 and it is made to connect with the top electrode 12 through these apertures 13a-13c, response delay can be made small as much as possible, and a driving signal can be supplied to the top electrode 12.

[0025] Moreover, although an above-mentioned example sets, it is made in agreement with the configuration of a connection with the electric conduction pattern 14 and Apertures 13a, 13b, and 13c are formed in an insulator layer drawing 4 -- having been shown -- as -- a top -- an electrode -- 12 -- a top face -- a periphery -- a part -- delta -- L -- delta -- L -- ' -- delta -- L -- ' -- ' -- leaving -- the bigger aperture 17 than the connection of the electric conduction pattern 14 -- forming -- even if -- the piezo electric crystal layer 11 -- Since it is covered with the electrode 12 when consisting the front face of precise film, such as platinum, and a side face is covered with the insulator layer 13 and it is isolated from atmospheric air, degradation by the moisture in atmospheric air etc. and the creeping discharge which is transmitted to a side face are prevented.

[0026] And since the aperture 17 is formed in the greater part of the displacement field and only the top electrode 12 only exists, the piezo electric crystal layer 11 can suppress the rigid increment by the rigidity of the insulator layer 13 as much as possible, and can increase the amount of displacement per unit electrical potential difference as compared with the above-mentioned example.

[0027] By the way, such a recording head is manufactured by the anisotropic etching which used the silicon single crystal substrate for the base material fundamentally so that it might explain below based on drawing 5 R> 5 and drawing 6.

[0028] That is, the base material which formed the silicon oxide film 21 and 22 in the front face of the silicon single crystal substrate 20 by the oxidizing [thermally] method etc., and formed the conductive layer 23 of the bottom electrode which serves as a diaphragm on one side by the sputtering methods, such as platinum, is prepared. And the piezoelectric-material layers 24, such as titanate-acid lead zirconate, are formed in the front face of a conductive layer 23, and the conductive layer 25 which serves as the top electrode 12 succeeding is formed by the sputtering method.

[0029] Next, according to the configuration of a pressure generating room, the piezo electric crystal layer 24 and a conductive layer 25 are etched in the same process by the photolithography method. Furthermore, patterning of the conductive layer 23 is carried out by the photolithography method, and a bottom electrode is formed, and next, the silicon oxide film 22 of the field of another side of the silicon single crystal substrate 20 is set by the

configuration of a pressure generating room, and carries out patterning by the photolithography method. In addition, the resist layer 31 functions as a protective layer of the piezoelectric-material layer 24 or the conductive layer 23 of a top electrode in the case of patterning of a bottom current. Moreover, although fluoric acid is used for patterning of the silicon oxide film 21 as etchant, the piezoelectric-material layer 24 can be protected from fluoric acid by forming the above-mentioned resist layer 31 (drawing 5 (I)).

[0030] Next, the fluoro-resin protective coat 26 with a thickness of about 6 micrometers is formed in the front face of the piezo electric crystal ingredient layer 24 and conductive layers 23 and 25 (drawing 5 (II)). By applying about 2 micrometers by the revolution applying method, and repeating the process which dries this by 120-degreeC for 20 minutes 3 times, the fluoro-resin protective coat 26 can be stuck to them, raising that polymerization degree to the piezo electric crystal ingredient layer 24 and conductive layers 23 and 25, and this fluoro-resin protective coat can form it in them.

[0031] In addition, resin liquid is made to adhere to the formation approach of the fluoro-resin protective coat 26 by [of a base material] sticking the resin film 27 on a side on the other hand, and immersing the whole in fluoro-resin liquid so that the piezo electric crystal ingredient layer 24 and conductive layers 23 and 25 may be covered as shown in drawing (II'). This may be pre annealed about 30 minutes at the temperature C of 100 degrees, and the approach of stiffening until it subsequently heats at the temperature C of 200 degrees for 30 minutes and functions considering a fluoro-resin 28 as a protective coat may be adopted. In addition, clearance of the resin film 27 also removes the unnecessary fluoro-resin protective coat 29 in the phase which formation of the fluoro-resin protective coat 28 ended.

[0032] Only the silicon oxide 22 side by which patterning was carried out is immersed in a 5wt (s)% [which was maintained by the temperature C of 80 degrees] thru/or 20wt(s)% potassium-hydroxide water solution, and 1 thru/or about [2 hour] etching are performed. Thereby, a silicon single crystal substrate makes the silicon oxide film 22 a protective layer, etching advances even to the silicon oxide film 21 of another side, and the crevice 30 used as a pressure generating room is formed. By protecting the piezoelectric-material layer 24 by the fluoro-resin protective coat 28 in this etching process, it can prevent that the piezoelectric-material layer 24 receives a damage with a potassium-hydroxide water solution.

[0033] Subsequently, fluoric acid ***** or the solution which mixed fluoric acid and ammonium fluoride removes the field exposed from a crevice 30 among the silicon oxide film 21 which functioned as an etching stopper, and the silicon oxide film 22 which functioned as patterns for anisotropic etching. Etching by the oxygen plasma removes the fluoro-resin film 26 (28) at the last (drawing 6 (II)).

[0034] If it etches so that the side face of the piezo electric crystal layer 24 may be made to remain while forming the aperture 31 of the top face of a conductive layer 25 which serves as a top electrode on the occasion of this clearance which makes a connection with an electric conduction pattern at least, the same function as the above-mentioned insulating layer 13 can be given for the fluoro-resin film 26 (28) (drawing 6 (II')).

[0035] What is necessary is just to form the new insulator layer 13 separately, as mentioned above when the fluoro-resin protective coat 26 (28) is removed altogether from the first, as shown in drawing 6 (II).

[0036] In addition, in an above-mentioned example, although a nozzle orifice 16 is formed in the vertical direction to the field of a recording head and being constituted as a face type recording head, as shown in drawing 7 R> 7, even if it drills a nozzle orifice 41 in a pressure generating room configuration member and pressure generating rooms, such as a passage formation substrate, through passage at the end face 40 of a recording head and constitutes as an edge type, it is clear to do the same operation so.

[0037] Furthermore, although the case where a piezoelectric transducer was formed by the film formation method was explained in the above-mentioned example, even if it applies to what operated the sheet metal of the green sheet of piezoelectric material orthopedically in the configuration corresponding to a pressure generating room, stuck on the elastic plate, calcinated this, and was used as the piezo-electric layer, it is clear to do the same operation so.

[0038]

[Effect of the Invention] It is the front face of the piezo electric crystal layer formed in the front face of the bottom electrode formed in the front face of the elastic plate which constitutes the pressure generating room which is open for free passage to a nozzle orifice, and a bottom electrode in this invention as explained above, and a piezo electric crystal layer. And it sets to the ink jet type recording head equipped with the piezoelectric transducer which consists of an electrode after being formed in the field which counters a pressure generating room. Since the insulator layer to which a top electrode counters a pressure generating room and which covers the side face of a piezo electric crystal layer from the periphery section so that it may be independently formed for every field and may leave the aperture of the top face of a top electrode which makes a connection with an electric conduction pattern at least is formed, A top electrode can be located inside a pressure generating room, and cannot receive the rapid variation rate in the boundary section of a pressure generating room, an open circuit of a top electrode can be prevented, and a piezoelectric transducer can be covered with an insulator layer and degradation by vertical inter-electrode creeping discharge or moisture absorption can be prevented.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.*** shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the assembly perspective view showing one example of the ink jet type recording head of this invention.

[Drawing 2] Drawing (b) and (b) are drawings showing the array gestalt of an electric conduction pattern according to physical relationship with drawing showing the cross-section structure of one pressure generating room of an ink jet type recording head same as the above, respectively and a pressure generating room, an upper electrode, and a bottom electrode.

[Drawing 3] Drawing (b) and (b) are drawings showing the array gestalt of an electric conduction pattern according to physical relationship with drawing showing the cross-section structure of one pressure generating room for other examples of the ink jet type recording head of this invention same as the above, respectively and a pressure generating room, an upper electrode, and a bottom electrode.

[Drawing 4] Drawing (b) and (b) are drawings showing the cross-section structure of one pressure generating room of an ink jet type recording head same as the above in the cross section of the longitudinal direction of a pressure generating room, and the cross section of the direction of a list of a pressure generating room, respectively.

[Drawing 5] They are drawing (I) thru/or (II') drawing showing the process in the first half of the processing approach of a silicon single crystal substrate which constitutes an ink jet recording head, respectively.

[Drawing 6] They are drawing (I) thru/or (II') drawing showing the process in the second half of the processing approach of a silicon single crystal substrate which constitutes an ink jet recording head, respectively.

[Drawing 7] It is the sectional view showing one example of the recording head of other formats which can apply the electrode structure of this invention.

[Drawing 8] It is the sectional view showing an example of the recording head which used the flexurally oscillating child.

[Description of Notations]

1 Passage Formation Plate

2 Elastic Plate

3 Pressure Generating Room

4 Reservoir

5 Ink Feed Hopper

6 Piezoelectric Transducer

10 Bottom Electrode

11 Piezo Electric Crystal Layer

12 Upper Electrode

13 Insulator Layer

14 Electric Conduction Pattern

15 Nozzle Plate

16 Nozzle Orifice

[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-226071

(43) 公開日 平成10年(1998) 8月25日

(51) Int.Cl.⁶

識別記号

F I

B 4 1 J 2/045

B 4 1 J 3/04

1 0 3 A

2/055

1 0 3 H

2/16

審査請求 未請求 請求項の数10 F D (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平9-83245

(22) 出願日 平成9年(1997) 3月17日

(31) 優先権主張番号 特願平8-344568

(32) 優先日 平8(1996)12月9日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000002369

セイコーエプソン株式会社

東京都新宿区西新宿2丁目4番1号

(72) 発明者 橋爪 勉

長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコ

ーエプソン株式会社内

(72) 発明者 松沢 明

長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコ

ーエプソン株式会社内

(72) 発明者 高橋 哲司

長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコ

ーエプソン株式会社内

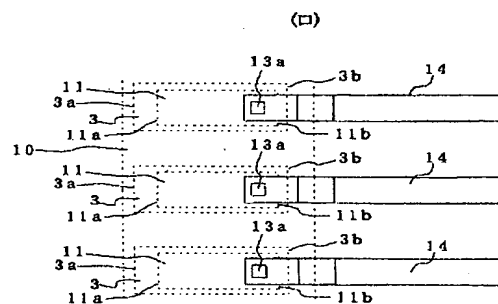
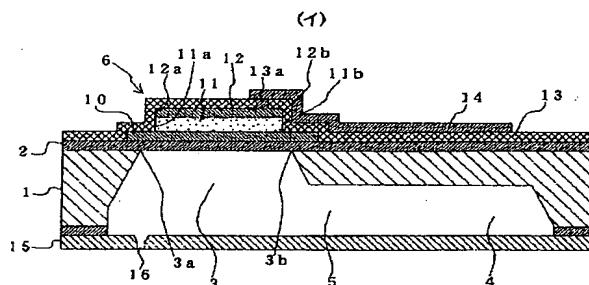
(74) 代理人 弁理士 木村 勝彦 (外1名)

(54) 【発明の名称】 インクジェット式記録ヘッド

(57) 【要約】

【課題】 圧力発生室の境界近傍における振動板の応力集中を防止しつつ、圧電体層を介しての上電極と下電極との間でのリーク電流の発生防止や吸湿に起因する圧電体層の劣化を防止すること。

【解決手段】 圧電体層11及び上電極12が、圧力発生室3に対向する領域の内側に形成され、上電極12が電気絶縁体層13に被覆されて上電極12に対向する領域に形成された電気絶縁体層13の窓13aを介して駆動信号を供給する導電パターン14を接続して、圧力発生室3の境界部3a、3bでの急激な変位による応力集中を防止し、また電気絶縁体層13により上電極12と下電極10との絶縁と、大気との遮断を確保する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 ノズル開口に連通する圧力発生室を構成する弾性板の表面に形成された下電極と、該下電極の表面に形成された圧電体層と、前記圧電体層の表面で、かつ前記圧力発生室に対向する領域に形成された上電極とからなる圧電振動子を備えたインクジェット式記録ヘッドにおいて、

前記上電極が、前記圧力発生室に対向する領域毎に独立して形成され、また前記上電極の上面の少なくとも導電パターンとの接続部をなす窓を残すようにその周縁部から前記圧電体層の側面を被覆する絶縁体層が形成されているインクジェット式記録ヘッド。

【請求項 2】 前記導電パターンが前記圧力発生室の隔壁に対向する位置に形成され、前記上電極に複数箇所窓を介して接続する請求項 1 に記載のインクジェット式記録ヘッド。

【請求項 3】 前記窓が前記圧電体層の振動領域の変位を阻害しない程度に前記圧電体層の周縁まで拡大されている請求項 1 に記載のインクジェット式記録ヘッド。

【請求項 4】 前記電気絶縁体層が、酸化シリコン、窒化シリコン、またはポリイミド等の有機材料により形成されている請求項 1 に記載のインクジェット式記録ヘッド。

【請求項 5】 前記絶縁体層が、エッチング工程で使用するエッチング保護膜により形成されている請求項 1 に記載のインクジェット式記録ヘッド。

【請求項 6】 ノズル開口に連通する圧力発生室を構成する弾性板の表面に形成された下電極と、該下電極の表面に形成された圧電体層と、前記圧電体層の表面で、かつ前記圧力発生室に対向する領域に形成された上電極とからなる圧電振動子を備えたインクジェット式記録ヘッドにおいて、

前記圧電体層及び上電極が、前記圧力発生室に対向する領域の内側に形成され、また前記上電極の上面の少なくとも導電パターンとの接続部をなす窓を残すようにその周縁部から前記圧電体層の側面を被覆する絶縁体層が形成されているインクジェット式記録ヘッド。

【請求項 7】 前記導電パターンが前記圧力発生室の隔壁に対向する位置に形成され、前記上電極に複数箇所窓を介して接続する請求項 6 に記載のインクジェット式記録ヘッド。

【請求項 8】 前記窓が前記圧電体層の振動領域の変位を阻害しない程度に前記圧電体層の周縁まで拡大されている請求項 6 に記載のインクジェット式記録ヘッド。

【請求項 9】 前記電気絶縁体層が、酸化シリコン、窒化シリコン、またはポリイミド等の有機材料により形成されている請求項 6 に記載のインクジェット式記録ヘッド。

【請求項 10】 前記絶縁体層が、エッチング工程で使用するエッチング保護膜により形成されている請求項 6

に記載のインクジェット式記録ヘッド。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明が属する技術の分野】 本発明は、インク滴を吐出するノズル開口と連通する圧力発生室の一部を弾性板で構成し、この弾性板の表面に圧電体層を形成して、圧電体層の変位によりインク滴を吐出させるインクジェット式記録ヘッドに関する。

【0002】

【従来の技術】 インク滴を吐出するノズル開口と連通する圧力発生室の一部を弾性板で構成し、この弾性板を圧電振動子により変形させて圧力発生室のインクを加圧してノズル開口からインク滴を吐出させるインクジェット式記録ヘッドには、圧電振動子の軸方向に伸長、収縮する縦振動モードの圧電振動子を使用したものと、たわみ振動モードの圧電振動子を使用したものの 2 種類が実用化されている。

【0003】 前者は圧電振動子の端面を弾性板に当接させることにより圧力発生室の容積を変化させることができ、高密度印刷に適したヘッドの製作が可能である反面、圧電弾性板をノズル開口の配列ピッチに一致させて歯状に切分けるという困難な工程や、切り分けられた圧電振動体を圧力発生室に位置決めして固定する作業が必要となり、製造工程が複雑であるという問題がある。

【0004】 これに対して後者は、圧電材料のグリーンシートを圧力発生室の形状に合わせて貼付し、これを焼成するという比較的簡単な工程で弾性板に圧電振動体を作り付けることができるものの、たわみ振動を利用する関係上、或程度の面積が必要となり、高密度配列が困難であるという問題がある。

【0005】 後者の記録ヘッドの不都合を解消すべく、特開平 5-286131 号公報に見られるように、弾性板の表面全体に亘って成膜技術により均一な圧電材料層を形成し、この圧電材料層をリソグラフィ法により圧力発生室に対応する形状に切分けて各圧力発生室毎に独立するように圧電振動子を形成したものが提案されている。これによれば圧電振動子を弾性板に貼付ける作業が不要となつて、リソグラフィ法という精密で、かつ簡便な手法で圧電振動子を作り付けることができるばかりでなく、圧電振動子の厚みを薄くできて高速駆動が可能になるという利点がある。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】 反面、圧電材料層が非常に薄いため、圧電振動子を貼付したものに比較して剛性が低く、圧力発生室の境界近傍に応力が集中しやすく、弾性板や圧電振動子、さらには電極の寿命の低下を招く等の不都合がある。また圧電定数がグリーンシートを貼付して焼成して形成した圧電振動子に比較して 1/3 乃至 1/2 程度と低く、高電圧での駆動を必要として、上電極と下電極とが圧電材料層の側面を介して沿面

放電して上電極と下電極との間にリーク電流が生じ易く、インク滴の吐出が不安定になるという問題や、圧電振動子を個々の圧力発生室に対応するように分離、分割した場合には、大気に露出する側面の面積が大きくなり、大気中の湿気により圧電振動子が劣化しやすいという問題がある。

【0007】本発明はこのような問題に鑑みてなされたものであって第1の目的とするところは、圧力発生室の境界近傍での応力集中を低減して上電極の破損を防止することができるインクジェット式記録ヘッドを提供することである。

【0008】本発明の第2の目的は、圧力発生室の境界近傍での応力集中を低減して上電極の破損を防止するとともに、圧電材料層を挟む上下電極間でのリーク電流の発生を防止してインク滴を安定に吐出させ、また、圧電振動子の劣化を防止することができるインクジェット式記録ヘッドを提供することである。

【0009】

【課題を解決するための手段】第1の課題を達成するために本発明においては、ノズル開口に連通する圧力発生室を構成する弾性板の表面に形成された下電極と、該下電極の表面に形成された圧電体層と、前記圧電体層の表面で、かつ前記圧力発生室に対向する領域に形成された上電極とからなる圧電振動子を備えたインクジェット式記録ヘッドにおいて、前記上電極が、前記圧力発生室に対向する領域毎に独立して形成され、また前記上電極の上面の少なくとも導電パターンとの接続部をなす窓を残すようにその周縁部から前記圧電体層の側面を被覆する絶縁体層を形成するようにした。これにより上電極が圧力発生室よりも内側に位置するため、圧力発生室の境界部での急激な変位を受けることがなく、破壊を防止することができる。

【0010】第2の課題を達成するために本発明においては、ノズル開口に連通する圧力発生室を構成する弾性板の表面に形成された下電極と、該下電極の表面に形成された圧電体層と、前記圧電体層の表面で、かつ前記圧力発生室に対向する領域に形成された上電極とからなる圧電振動子を備えたインクジェット式記録ヘッドにおいて、前記圧電体層及び上電極が、前記圧力発生室に対向する領域の内側に形成され、また前記上電極の上面の少なくとも導電パターンとの接続部をなす窓を残すようにその周縁部から前記圧電体層の側面を被覆する絶縁体層を形成するようにした。これにより、圧力発生室の境界部での急激な変位による応力集中を防止し、また電気絶縁体層により上電極と下電極との絶縁と、大気との遮断性を確保する。

【0011】

【発明の実施の形態】そこで以下に本発明の詳細を図示した実施例に基づいて説明する。図1は、本発明の一実施例を示す組立斜視図であり、また図2は1つの圧力発

生室の長手方向における断面構造を示す図であって、図中符号1は、流路形成基板で、一方の面が開口面となり、また他方の面が酸化シリコンからなる弾性板2を形成するようにシリコン単結晶基板を異方性エッチングして圧力発生室3、リザーバ4を形成、さらにこれら圧力発生室3とリザーバ4とを一定の流体抵抗で連通させる凹部からなるインク供給口5を形成して構成されている。

【0012】弾性板2の各圧力発生室3に対向する領域には、各圧力発生室3毎に独立させて膜形成方法で作付けられた圧電振動子6が設けられている。

【0013】圧電振動子6は、弾性板2の表面に圧力発生室3、インク供給口5の領域をほぼ覆うように形成された下電極10と、圧力発生室3の弾性板2が露出している領域をはみ出すことなく、かつ各圧力発生室3の幅よりも若干狭く形成された圧電体層11と、圧電体層11の表面に形成された上電極12とをそれぞれ積層して構成されている。

【0014】圧電体層11、及び上電極12は、図2(イ)、(ロ)に示したようにノズル開口側の辺11a、12a、及びインク供給口側の辺11b、12bが圧力発生室3の長手方向の境界3a、3bよりも内側に位置するように形成され、また幅方向の望ましくは圧力発生室の隔壁よりも内側に位置するように形成されている。

【0015】上電極12の上面の少なくとも周縁、及び圧電体層11の側面を覆うように電気絶縁性を備え、造膜法による形成やまたエッチングによる整形が可能な材料、例えば酸化シリコン、窒化シリコン、有機材料、好ましくは剛性が低く、かつ電気絶縁性に優れた感光性ポリイミドからなる薄い絶縁体層13が形成されている。

【0016】絶縁体層13の上電極12の一部には後述する導電パターン14と接続するために上電極12の一部を露出させる窓13aが形成され、この窓13aを介して上電極12に一端が接続し、また他端が接続端子部に延びる導電パターン14が形成されている。導電パターン14は、駆動信号を上電極12に確実に供給できる程度に可及的に狭い幅となるように形成されている。

【0017】15はノズルプレートで、圧力発生室3の一端側で連通するようにノズル開口16を穿設して構成され、流路形成基板1の開口部を封止するように固定されている。なお、図中符号17は、圧電振動子6に駆動信号を供給するフレキシブルケーブルを、また18はヘッドケースを示す。

【0018】この実施例において、外部駆動回路からフレキシブルケーブル17を介して駆動信号を圧電振動子6に供給すると、導電パターン14を通して上電極12に印加され、圧電振動子6がたわみ振動して圧力発生室3の容積を減少させる。

【0019】圧力発生室3の容積変化により加圧された

圧力発生室 3 のインクは、一部がノズル開口 16 からインク滴として吐出する。インク滴の吐出が終了して圧電振動子 6 が元の状態に戻ると、圧力発生室 3 の容積が増大してインク供給口 5 を介してリザーバ 4 のインクが圧力発生室 3 に流れ込む。

【0020】ところで、各圧電振動子 6 を構成する圧電体層 11 は、その両端 11a、11b が圧力発生室 3 の境界 3a、3b よりも内側に位置するサイズに形成されていて、圧電体層 11 や上電極 12 が境界 3b に存在しないため、急激な変位勾配の影響を受けることがなくなり、機械的疲労による破壊が皆無となる。

【0021】これに対して図 8 に示したように圧電体層 11' を記録ヘッドの端部近傍にまで延長して、圧電体層 11' を下電極 10 と上電極 12' との絶縁層とし、また上電極 12' の延長部を引出し電極として使用する形式の記録ヘッドでは、圧力発生室 3 の端部 3b に圧電体層 11' が位置することになり、境界 3b に対向する領域で急激な変位勾配が生じて、圧電振動子 6 が破壊されやすいという不都合がある。

【0022】また、上電極 12 に接続する導電パターン 14 は、絶縁体層 13 の表面に形成されているため、下電極 10 との間隙が大きく、下電極 10 との間の絶縁抵抗を確保されて沿面放電が防止され、また静電容量、及び圧電体損が極めて小さくなり、応答速度の低下や発熱を抑えることができる。

【0023】さらに、吸湿により圧電定数等が変化しやすい圧電体層 11 は、上面を金属の緻密な膜からなる上電極 12 と絶縁体層 13 とにより、また側面を絶縁体層 13 により大気と遮断されているため、長期間に亘って吸湿することがなく、初期の特性を維持することができる。

【0024】なお、上述の実施例においては導電パターン 14 を上電極 12 の一端でのみ接続するようにしているが、図 3 (イ)、(ロ) に示したように上電極 12 の側部に平行に延びるように導電パターン 14 を形成し、上電極 12 に対向する絶縁体層 13 の複数の箇所に窓 13a、13b、13c を形成し、これら窓 13a~13c を介して上電極 12 と接続するようにすると、上電極 12 に応答遅れを可及的に小さくして駆動信号を供給することができる。

【0025】また、上述の実施例においては導電パターン 14 との接続部の形状に一致させて絶縁体層に窓 13a、13b、13c を形成しているが、図 4 に示したように上電極 12 の上面の周縁の一部 ΔL 、 $\Delta L'$ 、 $\Delta L''$ だけを残して導電パターン 14 の接続部よりも大きな窓 17 を形成しても、圧電体層 11 は、その表面を白金等の緻密な膜からなる上電極 12 により被覆され、また側面を絶縁体層 13 により被覆されて大気から隔離されるから、大気中の湿気等による劣化と、側面を伝う沿面放電が防止される。

【0026】そして圧電体層 11 は、その変位領域の大部分に窓 17 が形成されていて上電極 12 だけが存在するだけであるから、絶縁体層 13 の剛性による剛性の増加を可及的に抑えて前述の実施例に比較して単位電圧当たりの変位量を増大させることができる。

【0027】ところで、このような記録ヘッドは、図 5、図 6 に基づいて以下に説明するように基本的にはシリコン単結晶基板を母材に使用した異方性エッチングにより製作される。

【0028】すなわち、シリコン単結晶基板 20 の表面に熱酸化法等で酸化シリコン膜 21、22 を形成し、片面に振動板を兼ねる下電極の導電層 23 を白金などのスパッタリング法により形成した母材を用意する。そして導電層 23 の表面にチタン酸ジルコン酸鉛などの圧電材料層 24 を形成し、引き続いて上電極 12 となる導電層 25 をスパッタリング法により形成する。

【0029】次に、圧力発生室の形状に合わせてフォトリソグラフィ法により圧電体層 24 及び導電層 25 を同一プロセスでエッチングする。さらに、フォトリソグラフィ法により導電層 23 をパターンニングして下電極を形成し、つぎにシリコン単結晶基板 20 の他方の面の酸化シリコン膜 22 を、圧力発生室の形状に合わせてフォトリソグラフィ法によりパターンニングする。なお、下電極のパターンニングの際に、レジスト層 31 が圧電材料層 24 や上電極の導電層 23 の保護層として機能する。また、酸化シリコン膜 21 のパターンニングにはフッ酸がエッチャントとして使用されるが、上述のレジスト層 31 を形成しておくことによりフッ酸から圧電材料層 24 を保護することができる(図 5 (I))。

【0030】次に、圧電体材料層 24 及び導電層 23、25 の表面に、厚さ $6\mu\text{m}$ 程度のフッ素樹脂保護膜 26 を形成する(図 5 (II))。このフッ素樹脂保護膜は、回転塗布法により $2\mu\text{m}$ 程度塗布し、これを 120°C で 20 分乾燥させる工程を 3 回繰返すことにより、圧電体材料層 24 及び導電層 23、25 にフッ素樹脂保護膜 26 を、その重合度を高めつつ密着させて形成することができる。

【0031】なお、フッ素樹脂保護膜 26 の形成方法には、図 (II') に示したように母材の他面側に樹脂フィルム 27 を貼着し、全体をフッ素樹脂液に浸漬することにより、圧電体材料層 24 及び導電層 23、25 を被覆するように樹脂液を付着させる。これを温度 100°C で 30 分程度プレアニールし、ついで温度 200°C で 30 分加熱してフッ素樹脂 28 を保護膜として機能するまで硬化させる方法を採用してもよい。なお、フッ素樹脂保護膜 28 の形成が終了した段階で、樹脂フィルム 27 を除去すると、不要なフッ素樹脂保護膜 29 も除去される。

【0032】パターンニングされたシリコン酸化膜 22 の側だけを、温度 80°C に維持された 5wt% 乃至 20

wt %の水酸化カリウム水溶液に浸漬して、1乃至2時間程度エッチングを実行する。これにより、シリコン単結晶基板は酸化シリコン膜22を保護層として他方の酸化シリコン膜21までエッチングが進行して、圧力発生室となる凹部30が形成される。このエッチング工程においてフッ素樹脂保護膜28により圧電材料層24を保護することにより、圧電材料層24が水酸化カリウム水溶液によりダメージを受けるのを防止することができる。

【0033】 について、エッチングストップとして機能した酸化シリコン膜21の内、凹部30から露出している領域と、異方性エッチング用パターンとして機能した酸化シリコン膜22とを、フッ酸溶液、またはフッ酸とフッ化アンモニウムとを混合した溶液で除去する。最後にフッ素樹脂膜26(28)を酸素プラズマによるエッチングにより除去する(図6(II))。

【0034】 この除去に際して上電極となる導電層25の上面の少なくとも導電パターンとの接続部をなす窓31を形成する一方、圧電体層24の側面には残留させるようにエッチングを行なうと、フッ素樹脂膜26(28)を前述の絶縁層13と同様の機能を持たせることができる(図6(II'))。

【0035】 もとより、図6(II)に示したようにフッ素樹脂保護膜26(28)を全て除去した場合には、前述したように新たな絶縁膜13を別途、形成すればよい。

【0036】 なお、上述の実施例においては、記録ヘッドの面に対して垂直な方向にノズル開口16を形成してフェースタイプの記録ヘッドとして構成しているが、図7に示したように流路形成基板等の圧力発生室構成部材や、圧力発生室に流路を介して記録ヘッドの端面40にノズル開口41を穿設してエッジタイプとして構成しても同様の作用を奏することは明らかである。

【0037】 さらに、上述の実施例においては、圧電振動子を造膜法により形成する場合について説明したが、圧電材料のグリーンシートの薄板を、圧力発生室に対応する形状に整形して弾性板に貼着し、これを焼成して圧電層としたものに適用しても同様の作用を奏することは明らかである。

【0038】

【発明の効果】 以上説明したように本発明においては、ノズル開口に連通する圧力発生室を構成する弾性板の表面に形成された下電極と、下電極の表面に形成された圧電体層と、圧電体層の表面で、かつ圧力発生室に対向する領域に形成された上電極とからなる圧電振動子を備えたインクジェット式記録ヘッドにおいて、上電極が、圧力発生室に対向する領域毎に独立して形成され、また上電極の上面の少なくとも導電パターンとの接続部をなす

窓を残すようにその周縁部から圧電体層の側面を被覆する絶縁体層が形成されているため、上電極が圧力発生室よりも内側に位置し、圧力発生室の境界部での急激な変位を受けることがなく上電極の断線を防止することができ、また圧電振動子を絶縁体層により被覆して上下電極間での沿面放電や吸湿による劣化を防止することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明のインクジェット式記録ヘッドの一実施例を示す組立斜視図である。

【図2】 図(イ)、(ロ)は、それぞれ同上インクジェット式記録ヘッドの1つの圧力発生室の断面構造を示す図、及び圧力発生室、上電極、下電極との位置関係で導電パターンの配列形態を示す図である。

【図3】 図(イ)、(ロ)は、それぞれ本発明の同上インクジェット式記録ヘッドの他の実施例を、1つの圧力発生室の断面構造を示す図、及び圧力発生室、上電極、下電極との位置関係で導電パターンの配列形態を示す図である。

【図4】 図(イ)、(ロ)は、それぞれ同上インクジェット式記録ヘッドの1つの圧力発生室の断面構造を、圧力発生室の長手方向の断面と、圧力発生室の並び方向の断面で示す図である。

【図5】 図(Ⅰ)乃至(Ⅰ')は、それぞれインクジェット記録ヘッドを構成するシリコン単結晶基板の加工方法の前半の工程を示す図である。

【図6】 図(Ⅰ)乃至(Ⅰ')は、それぞれインクジェット記録ヘッドを構成するシリコン単結晶基板の加工方法の後半の工程を示す図である。

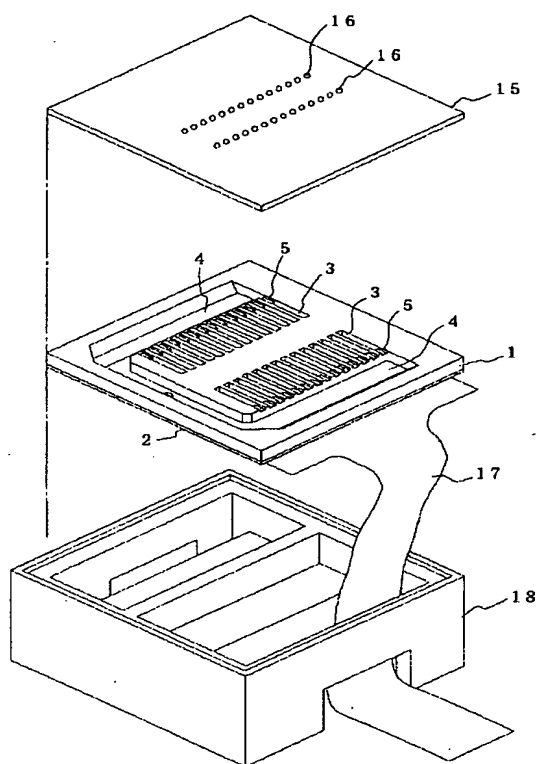
【図7】 本発明の電極構造の適用が可能な他の形式の記録ヘッドの一実施例を示す断面図である。

【図8】 たわみ振動子を使用した記録ヘッドの一例を示す断面図である。

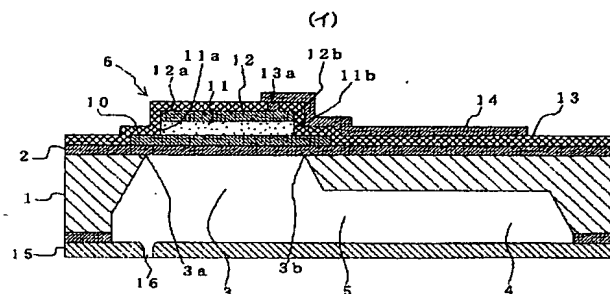
【符号の説明】

- 1 流路形成板
- 2 弾性板
- 3 圧力発生室
- 4 リザーバ
- 5 インク供給口
- 6 圧電振動子
- 10 下電極
- 11 圧電体層
- 12 上電極
- 13 絶縁体層
- 14 導電パターン
- 15 ノズルプレート
- 16 ノズル開口

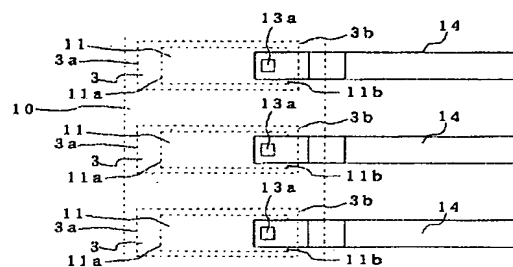
【図1】



【図2】

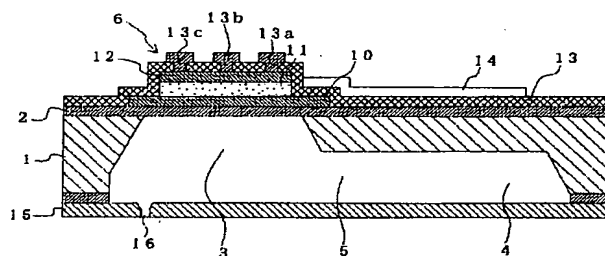


(口)

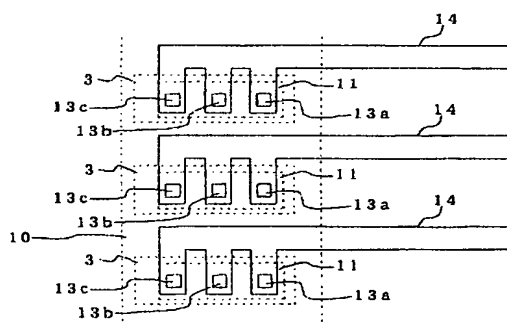


【図3】

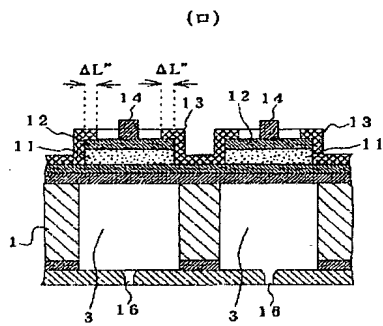
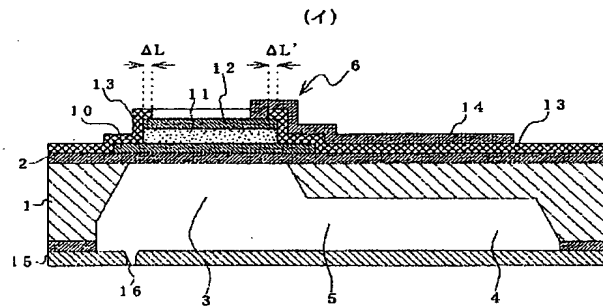
(I)



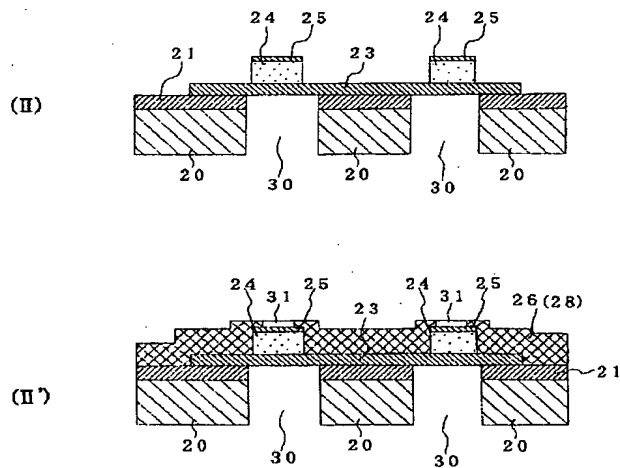
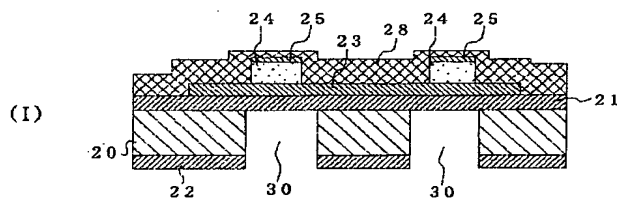
(口)



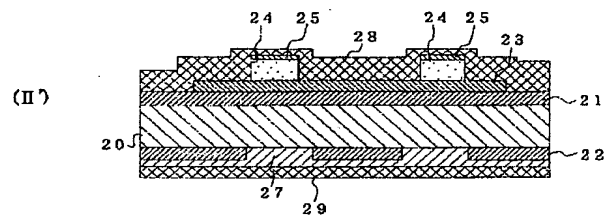
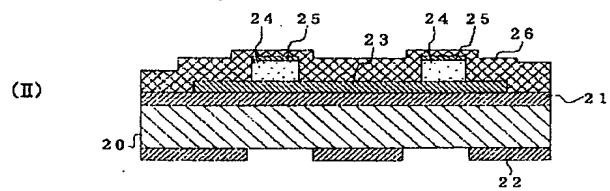
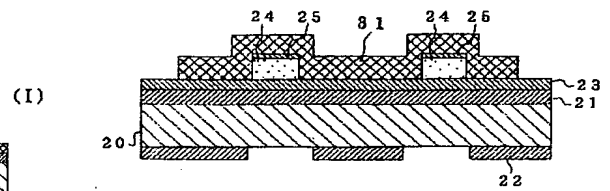
【図 4】



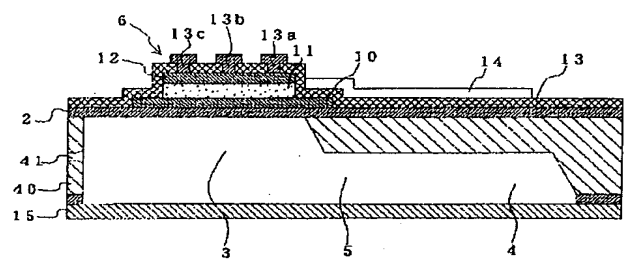
【図 6】



【図 5】



【図 7】



【図 8】

